

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 459 194** (13) C2ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01N 9/04 \(2006.01\)](#)[G01N 13/02 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.05.2016)  
Пошлина: учтена за 3 год с 18.05.2012 по 17.05.2013(21)(22) Заявка: [2010119630/28](#), 17.05.2010(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.05.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.05.2010

(43) Дата публикации заявки: 27.11.2011 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: [20.08.2012](#) Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Филиппов С.И. и др. Физико-химические методы исследования металлургических процессов. Металлургия, рис.114, 116, с.266-271, 1968. SU 1221547 A1, 30.03.1986. SU 1770828 A1, 23.10.1992. SU 700824 A1, 30.11.1979. EP 1002572 B1, 06.12.2006.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ  
Центр интеллектуальной собственности,  
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Вьюхин Владимир Викторович (RU),  
Цепелев Владимир Степанович (RU),  
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),  
Конашков Виктор Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

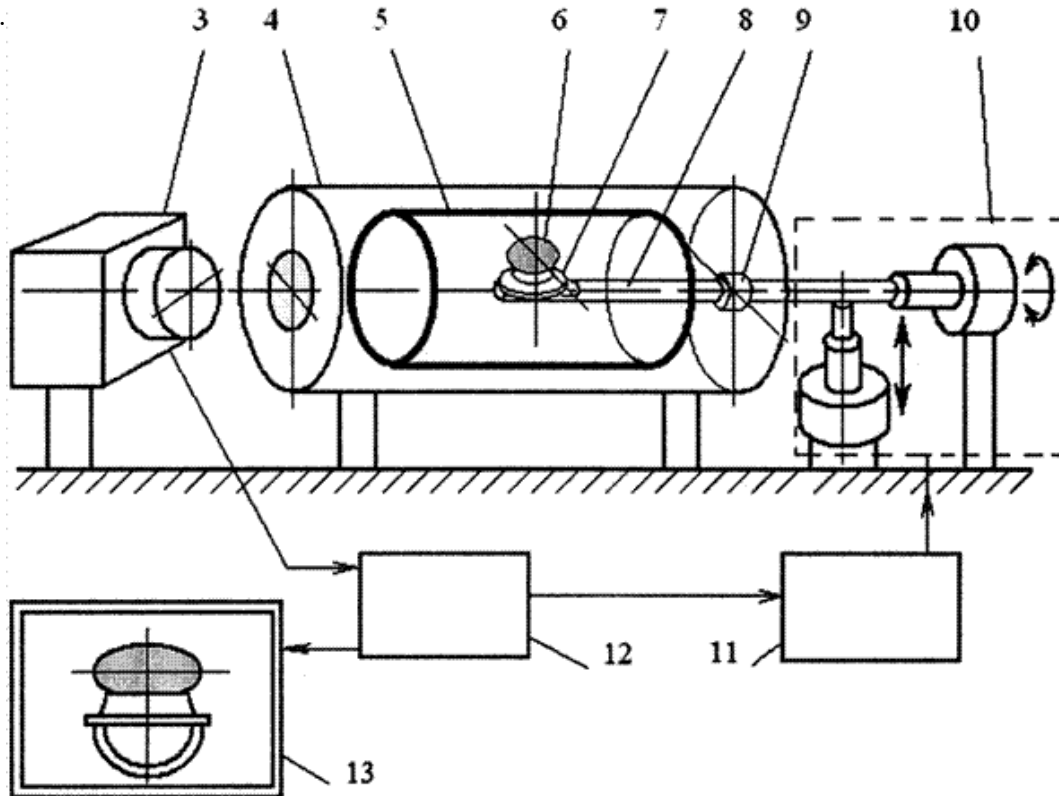
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к технической физике, а именно к анализу материалов, в частности, к определению плотности металлических расплавов методом геометрии «большой капли», т.е. путем измерения параметров силуэта лежащей на подложке эллипсоидной капли образца расплава посредством фотоэлектронной объемометрии. Изобретение может быть использовано в лабораториях и на предприятиях металлургической промышленности. По 1 варианту перед загрузкой образца на подложку помещают отражатель, перед объективом фотоприемника помещают излучатель ортогональных оптических линий, между излучателем и вакуумной камерой помещают полупрозрачную пластину с фотосенсорами, соединенными с блоком сигнализации и управления узлом настройки. После этого осуществляют регулировку горизонтальности подложки, выключают излучатель, убирают отражатель, излучатель, полупрозрачную пластину и

продолжают операции. Кроме того, используют лазерный нивелир, а в качестве полупрозрачной пластины - мишень от него, в том числе с ортогональными щелями и фотосенсорами. Кроме того, используют шаговые двигатели с зубчатой передачей и отражатель в виде призмы. По 2 варианту на подложку загружают образец, включают измерительную установку, с помощью фотоприемника и компьютера получают изображение силуэта эллипсовидной капли на дисплее. Затем осуществляют регулировку подложки до тех пор, пока линия подложки на дисплее не будет выставлена горизонтально или вертикальная координата одного из краев изображения подложки не будет равна вертикальной координате другого, после чего продолжают последующие операции.

Техническим результатом изобретения является увеличение объективности, достоверности и точности определения плотности высокотемпературных металлических расплавов методом геометрии «большой капли». 2 н. и 5 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 1

Группа изобретений относится к технической физике, а именно к анализу материалов, в частности к определению физико-химических параметров высокотемпературных металлических расплавов методом геометрии так называемой «большой капли», т.е. путем измерения плотности неподвижно лежащей на подложке эллипсовидной капли образца расплава посредством фотоэлектронной объемометрии. Изобретение может быть использовано в лабораторных исследованиях, на предприятиях металлургической промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

Известна заготовка для диспергирования материала экстракцией в висящей капле расплава (см. пат. РФ №2087261 - аналог). Недостатком данной заготовки в процессе ее применения является использование способа висящей, а не лежащей капли расплава, при этом не обеспечивается точность измерения плотности образца расплава посредством фотоэлектронной объемометрии.

Наиболее близким к предлагаемой группе изобретений по технической сущности и достигаемому результату является способ неабсолютного измерения плотности образца - капли расплава с известной массой образца, равной 10...40 граммов («большой капли»), лежащей на горизонтальной подложке, размещенной на конце штока в вакуумной камере горизонтального типа в высокотемпературной зоне электропечи, на основе фотоэлектронной объемометрии, который осуществляют по геометрическим характеристикам эллипсоида капли посредством измерения параметров его контура (силуэта) и дальнейшего определения объема капли (см. Филиппов С.И. и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов» М.: Металлургия, 1968 г., стр.266...271, рис.114, 116, прототип). При этом сферическая симметрия, т.е. горизонтальная установка подложки, на которой

помещают каплю в зоне нагрева печи, и строгая окружность в основании капли являются необходимыми условиями применения данного способа. Для контроля горизонтальности установки подложки используют индикатор в виде пузырькового уровня, который устанавливают на подложку вместо образца расплава перед каждым опытом (см. Филиппов С.И. и др., с.271). Недостатком способа является то, что он не обеспечивает точность установления горизонтальности подложки, процедура установления горизонтальности субъективна и, в конечном итоге, не обеспечивает точность и достоверность определения плотности высокотемпературных металлических расплавов.

Задачей предлагаемой группы изобретений является повышение достоверности и точности измерения плотности капли металлического расплава.

Поставленная задача решается с помощью двух вариантов способа определения плотности металлических расплавов.

По первому варианту способ определения плотности высокотемпературных металлических расплавов с использованием каплевидного образца расплава известной массы, лежащего на подложке в высокотемпературной зоне электропечи вакуумной камеры горизонтального типа, при котором перед загрузкой образца осуществляют горизонтальную регулировку подложки с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, получают фотоспособом, посредством расположенного вне вакуумной камеры фотоприемника, силуэт эллипсовидной капли, по которому определяют объем и плотность капли, отличается тем, что перед загрузкой образца на подложку помещают отражатель с перпендикулярной подложке зеркальной поверхностью, после чего перед объективом фотоприемника помещают излучатель ортогональных горизонтальной и вертикальной оптических линий, между этим излучателем и вакуумной камерой помещают перпендикулярно горизонтальной плоскости полупрозрачную пластину с фотосенсорами, соединенными, посредством шины данных, с блоком сигнализации и управления узлом настройки, после этого осуществляют горизонтальную регулировку подложки, для чего включают излучатель ортогональных оптических сигналов, изменяют положение подложки до тех пор, пока сигналы фотосенсоров не достигнут минимальной величины, после чего выключают излучатель ортогональных оптических сигналов, убирают отражатель, излучатель ортогональных оптических сигналов, полупрозрачную пластину и продолжают последующие операции способа.

Кроме того, формируют ортогональные оптические сигналы посредством излучателя в виде лазерного нивелира, а в качестве полупрозрачной пластины используют мишень лазерного нивелира.

Кроме того, в качестве полупрозрачной пластины используют пластину с ортогональными щелями.

Кроме того, размещают, например, на ортогональных осях полупрозрачной пластины в качестве фотосенсоров фотодиоды со светофильтрами.

Кроме того, в качестве узла изменения положения подложки используют шаговые двигатели с зубчатой передачей.

Кроме того, в качестве отражателя используют прямоугольную призму с одной зеркальной поверхностью.

По второму варианту способ определения плотности высокотемпературных металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы, лежащего на подложке в высокотемпературной зоне электропечи вакуумной камеры горизонтального типа, включающий горизонтальную регулировку подложки с использованием узла изменения положения подложки и получения фотоспособом, посредством фотоприемника, силуэт поперечного сечения эллипсовидной капли, по которому определяют объем и плотность капли, отличается тем, что сначала на подложку загружают образец, после чего включают измерительную установку, с помощью фотоприемника и компьютера получают изображение силуэта эллипсовидной капли на дисплее компьютера, после чего осуществляют горизонтальную регулировку подложки путем изменения положения подложки с образцом расплава до тех пор, пока линия подложки на экране дисплея не будет выставлена горизонтально или пока вертикальная координата одного из краев изображения подложки не будет равна вертикальной координате другого края изображения подложки, после чего продолжают последующие операции способа.

Технические решения, содержащие вышеуказанные совокупности отличительных признаков, а также совокупности ограничительных и отличительных признаков, не выявлены в известном уровне техники, что при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать предложенные технические решения имеющими изобретательский уровень.

Предлагаемая группа изобретений поясняется чертежами:

фиг.1 - блок-схема измерительного комплекса для реализации первого варианта способа;

фиг.2 - блок-схема измерительного комплекса для реализации второго варианта способа;

фиг.3 - полупрозрачная пластина в виде оптической мишени лазерного нивелира;

фиг.4 - изображение образца расплава технически чистой меди,  $t=690^{\circ}\text{C}$  на подложке, полученное при экспериментах;

фиг.5 - изображение образца расплава Cu-P,  $t=1044^{\circ}\text{C}$  на подложке, полученное при экспериментах;

фиг.6 - изображение образца расплава стали трубной,  $t=1510^{\circ}\text{C}$  на подложке, полученное при экспериментах.

Варианты способа определения плотности высокотемпературных металлических расплавов осуществляют посредством измерительного комплекса, который содержит излучающий ортогональные горизонтальную и вертикальную оптические линии излучатель 1, полупрозрачную пластину с ортогональными щелями и фотосенсорами 2, фотоприемник 3, соосный с размещенной в высокотемпературной зоне электропечи вакуумной камерой горизонтального типа 4, коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5, капельный образец расплава фиксированной массы 6, расположенный на срезе цилиндрической подложки 7, закрепленной на одном из концов регулируемого штока 8, другой конец которого через вакуумный уплотнительный узел 9 соединен с узлом изменения положения подложки 10, который соединен с блоком сигнализации и управления 11, соединенным с одним из портов компьютера 12, на дисплей 13 которого выводят изображение капельного образца расплава фиксированной массы 6 и подложки 7. При осуществлении способа определения плотности высокотемпературных металлических расплавов по первому варианту, перед проведением экспериментов на подложку 7 вместо капельного образца расплава фиксированной массы 6 помещают отражатель 14. Фотосенсоры, размещенные на полупрозрачной пластине с ортогональными щелями 2 и фотоприемник 3 соединены соответствующими шинами данных с одним из портов компьютера 12.

Излучатель 1 выполнен, например, в виде кластера из  $n$  ортогонально расположенных светодиодов, например лазерных или сверхярких светодиодов L7113SEC-H фирмы Kingbright - см. каталог Kingbright, 2005-2006, или лазерного нивелира типа XLiner COMBO. Полупрозрачная пластина 2 выполнена в виде, например, оптической мишени для лазерного нивелира, см. фиг.3, или оптической шкалы из оргстекла, в конструкции с наличием ортогональных сквозных щелей в ней, их ширина на 1-2 мм больше светового луча; в качестве фотосенсоров используют интегральные микросхемы - оптосенсоры TSL250 фирмы TAOS, см. каталог ELFA - 55, 2007, р.812. Светофильтры (на схеме не показано) на фотосенсорах выполнены из материала, пропускающего преимущественно спектральные составляющие, например красные, излучателя 1. Выходные сигналы фотосенсоров поступают на вход сумматора (на схеме не показано), выполненного, например, в виде многовходовой схемы «или» на основе КМОП интегральных схем K561ЛЕ6, выход которой служит шиной данных (на схеме не показано) и соединен с одним из портов, например USB, компьютера 12. Фотоприемник выполнен в виде телекамеры, например, 3372P Sanyo, или цифрового фотоаппарата с разрешением более 1 Мпиксела и соединен с компьютером посредством стандартного переходного USB - кабеля. Коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5 выполнен из тугоплавкого немагнитного металла, например молибдена, и обеспечивает изотермическую зону. Подложка 7 выполнена в виде цилиндрического тела из высокотемпературной керамики, например бериллиевой. Регулируемый шток 8 выполнен из молибдена. Вакуумный уплотнительный узел 9 сделан из вакуумной резины. Узел изменения положения подложки 10 выполнен в виде исполнительного устройства с зубчатыми передачами, например, по меньшей мере из двух шаговых двигателей - регуляторов холостого хода автомобиля ВАЗ 2112-1148300-01(03), причем каждый из двигателей производит регулировку штока 8 по одной оси. К одному из портов компьютера 12 подключен блок сигнализации и управления 11, выполненный в виде коммутатора на основе транзисторных ключей или реле, см. Г.Штелинг, А.Байссе, Электрические микромашины. - М.: Энергоатомиздат, 1991, с.190, рис.7.1, с.202, 203, рис.7.13...7.15; он дополнительно содержит типовую схему пороговой сигнализации, например звуковой, в виде автоколебательного мультивибратора частотой 1 кГц на транзисторах КТЗ 15 с нагрузкой в виде динамической маломощной (около 0, 1 Вт), головки. Отражатель 14 выполнен, например, в виде прямоугольной зеркальной призмы или зеркала размером 1...2 см, причем зеркало жестко ортогонально зафиксировано на

горизонтальном, например, сделанном из листа железа, прямоугольном основании размером 1...2 см и образует перевернутую Т-образную конструкцию.

Первый вариант способа определения плотности высокотемпературных металлических расплавов осуществляют посредством вышеописанного измерительного комплекса следующим образом. Подготавливается изучаемый образец 6, у которого определяется масса. Перед началом эксперимента на подложку 7 помещают отражатель 14 таким образом, чтобы плоскость отражения была перпендикулярна оси вакуумной камеры горизонтального типа 4. Между вакуумной камерой 4 и фотоприемником 3, соосно с ними, размещают излучатель 1 и полупрозрачную пластину с ортогональными щелями и фотосенсорами 2, причем в случае применения лазерного нивелира в качестве излучателя 1 ориентация ортогональных лучей автоматически обеспечивает горизонтальную и вертикальную составляющие с ошибкой  $\pm 0,01$  углового градуса. Лучи излучателя 1 проходят через щели в пластине 2 и, отражаясь от отражателя 14, попадают на пластину 2 и на фотосенсоры, причем, например, фотосенсоры могут быть размещены как по всей поверхности пластины 2, так и только на продолжении сквозных щелей, т.е. на ортогональных осях пластины 2. Когда сигналы фотосенсоров равны нулю, компьютер 12 не вырабатывает сигнал управления для блока сигнализации и управления 11, он не управляет узлом изменения положения подложки 10, который, в свою очередь, не регулирует горизонтальность подложки 7 и можно считать, что она горизонтальна. Когда сигналы фотосенсоров не равны нулю, компьютер 12 вырабатывает сигнал управления для блока сигнализации и управления 11, который начинает управлять узлом изменения положения подложки 10 таким образом, чтобы шток 8 с подложкой 7 и отражателем 14 заняли положение, при котором отраженный оптический сигнал попал в ортогональные сквозные щели в пластине 2, но не попадал на фотосенсоры пластины 2, после чего процедуру регулировки горизонтальности подложки 7 считают законченной. Излучатель 1, полупрозрачную пластину 2, отражатель 14 убирают, на подложку 7 помещают образец расплава 6, измерительный комплекс закрывают, включают вакуумный насос, затем электропечь и начинают эксперимент, при этом наблюдают на дисплее 13 все стадии эксперимента. Перед каждым экспериментом процедуру регулировки горизонтальности подложки 7 повторяют.

Второй вариант способа определения плотности высокотемпературных металлических расплавов осуществляют посредством вышеописанного измерительного комплекса следующим образом. Подготавливается изучаемый образец 6, у которого определяется масса, после чего он помещается на подложку 7 в центр вакуумной камеры горизонтального типа 4 в высокотемпературной зоне электропечи, после чего вакуумную камеру 4 закрывают. Включают вакуумный насос и электропечь, осуществляют начальную стадию эксперимента, при которой регулируют горизонтальность подложки 7. Наблюдают на дисплее 13 фотоизображение подложки 7 с образцом расплава 6 на ней, и регулируют положение подложки 7 до тех пор, пока линия подложки на дисплее 13 не будет выставлена горизонтально или пока вертикальная координата одного из краев изображения подложки 7 не будет равна вертикальной координате другого края изображения подложки. При этом компьютер 12 вырабатывает управляющий сигнал для блока сигнализации и управления 11, который управляет узлом изменения положения подложки 10 таким образом, чтобы шток 8 с подложкой 7 перемещался в нужном направлении. Регулировку осуществляют до тех пор, пока сигнал на выходе блока сигнализации и управления 11 не станет равен нулю, при этом в нем может быть выработан сигнал окончания процесса регулировки горизонтальности подложки 7, например звуковой, после чего проводят основную стадию эксперимента, при этом наблюдают на дисплее 13 все этапы эксперимента.

Изображение на дисплее 13 различных экспериментально полученных образцов капли расплава 6, лежащих на горизонтальной подложке 7, приведенное на фиг.4, фиг.5, фиг.6, подтверждает необходимость и возможность регулировки горизонтальности подложки 7 для обеспечения симметрии эллипсоида расплава и обоснованного применения формул расчета для этого эллипсоида, определения параметров силуэта, объема и, в конечном итоге, плотности исследуемого расплава.

Отличительные признаки предложенного технического решения обеспечивают возможность установления горизонтальности подложки, возможность увеличения симметрии как силуэта, так и сечения капли высокотемпературного металлического расплава при экспериментах, а в конечном итоге, увеличение объективности, достоверности и точности определения плотности высокотемпературных металлических расплавов методом геометрии «большой капли».

### Формула изобретения

1. Способ определения плотности высокотемпературных металлических расплавов с использованием каплевидного образца известной массы, лежащего на подложке в высокотемпературной зоне электропечи вакуумной камеры горизонтального типа, при котором перед загрузкой образца осуществляют горизонтальную регулировку подложки с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, получают фотоспособом посредством расположенного вне вакуумной камеры фотоприемника силуэт эллипсовидной капли, по которому определяют объем и плотность капли, отличающийся тем, что перед загрузкой образца на подложку помещают отражатель с перпендикулярной подложке зеркальной поверхностью, после чего перед объективом фотоприемника помещают излучатель ортогональных горизонтальной и вертикальной оптических линий, между этим излучателем и вакуумной камерой помещают перпендикулярно горизонтальной плоскости полупрозрачную пластину с фотосенсорами, соединенными посредством шины данных с блоком сигнализации и управления узлом настройки, после этого осуществляют горизонтальную регулировку подложки, для чего включают излучатель ортогональных оптических сигналов, изменяют положение подложки до тех пор, пока сигналы фотосенсоров не достигнут минимальной величины, после чего выключают излучатель ортогональных оптических сигналов, убирают отражатель, излучатель ортогональных оптических сигналов, полупрозрачную пластину и продолжают последующие операции способа.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что формируют ортогональные оптические сигналы посредством излучателя в виде лазерного нивелира, а в качестве полупрозрачной пластины используют мишень лазерного нивелира.

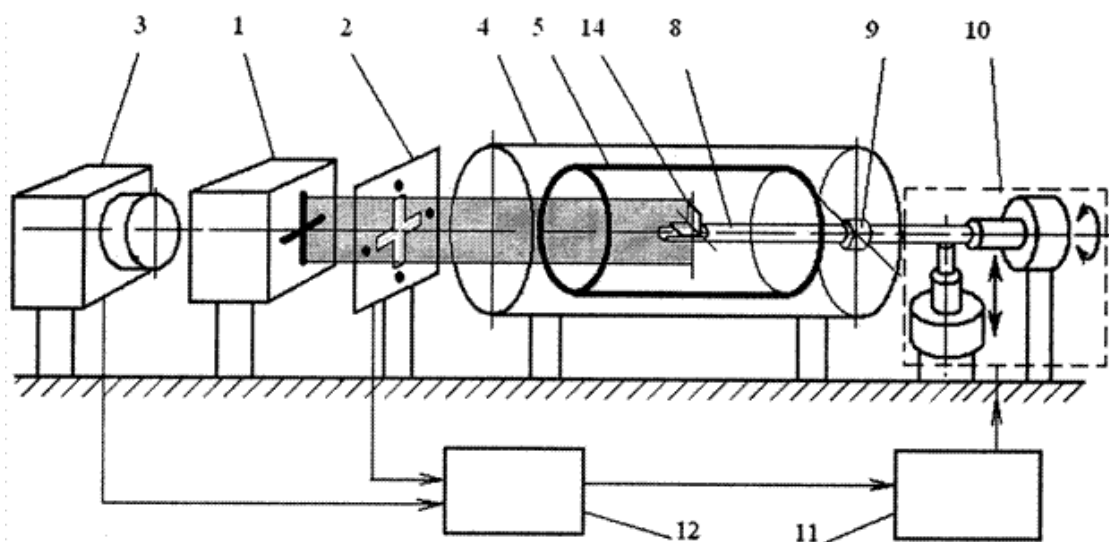
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве полупрозрачной пластины используют пластину с ортогональными щелями.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что размещают, например, на ортогональных осях полупрозрачной пластины в качестве фотосенсоров фотодиоды со светофильтрами.

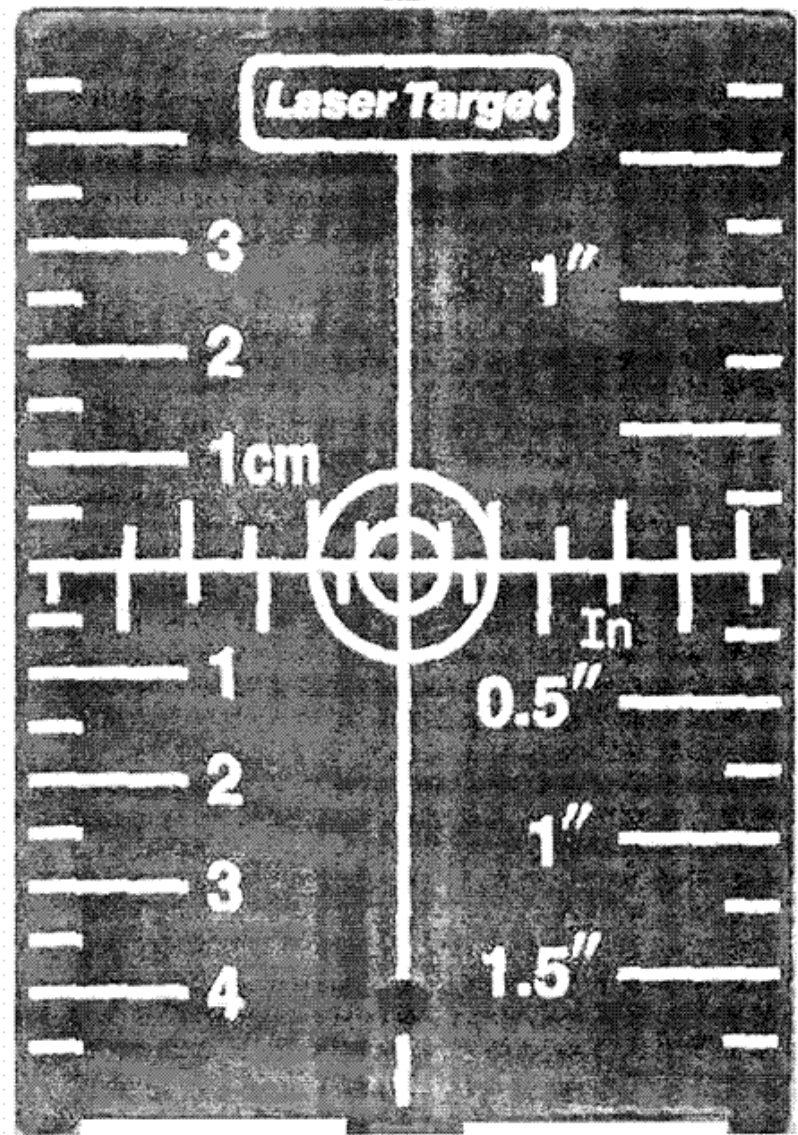
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве узла изменения положения подложки используют шаговые двигатели с зубчатой передачей.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве отражателя используют прямоугольную призму с одной зеркальной поверхностью.

7. Способ определения плотности высокотемпературных металлических расплавов с использованием каплевидного образца известной массы, лежащего на подложке в высокотемпературной зоне электропечи вакуумной камеры горизонтального типа, включающий горизонтальную регулировку подложки с использованием узла изменения положения подложки и получения фотоспособом посредством фотоприемника силуэта поперечного сечения эллипсовидной капли, по которому определяют объем и плотность капли, отличающийся тем, что сначала на подложку загружают образец, после чего включают измерительную установку, с помощью фотоприемника и компьютера получают изображение силуэта эллипсовидной капли на дисплее компьютера, после чего осуществляют горизонтальную установку подложки путем изменения положения подложки с образцом расплава до тех пор, пока линия подложки на экране дисплея не будет выставлена горизонтально или пока вертикальная координата одного из краев изображения подложки не будет равна вертикальной координате другого края изображения подложки, после чего продолжают последующие операции способа.

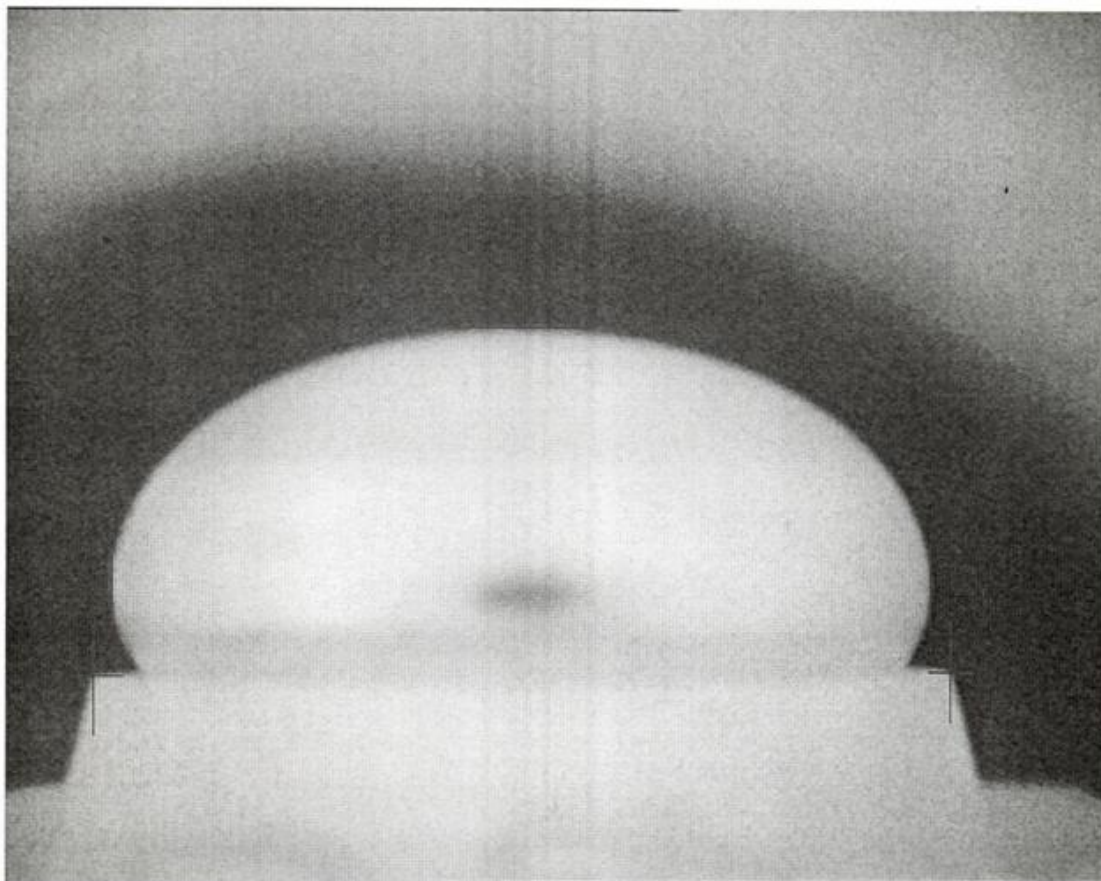


Фиг. 2

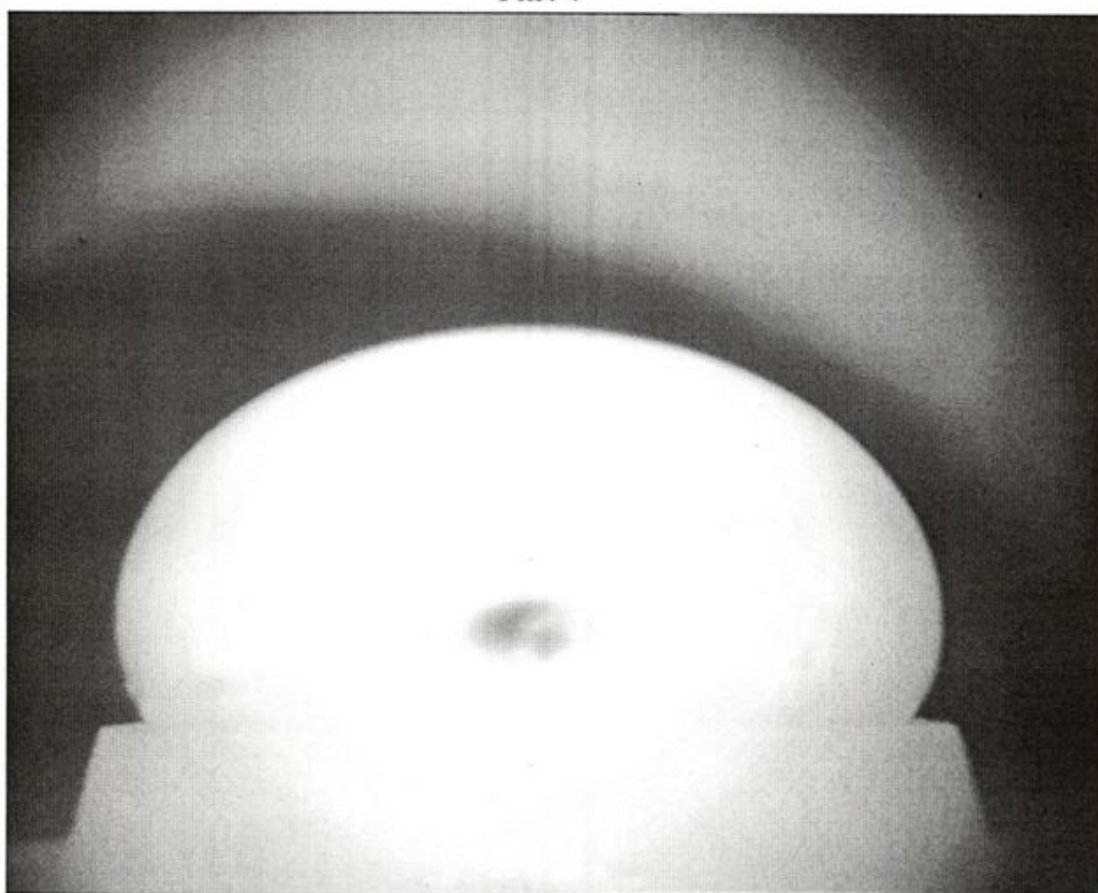


Фиг. 3



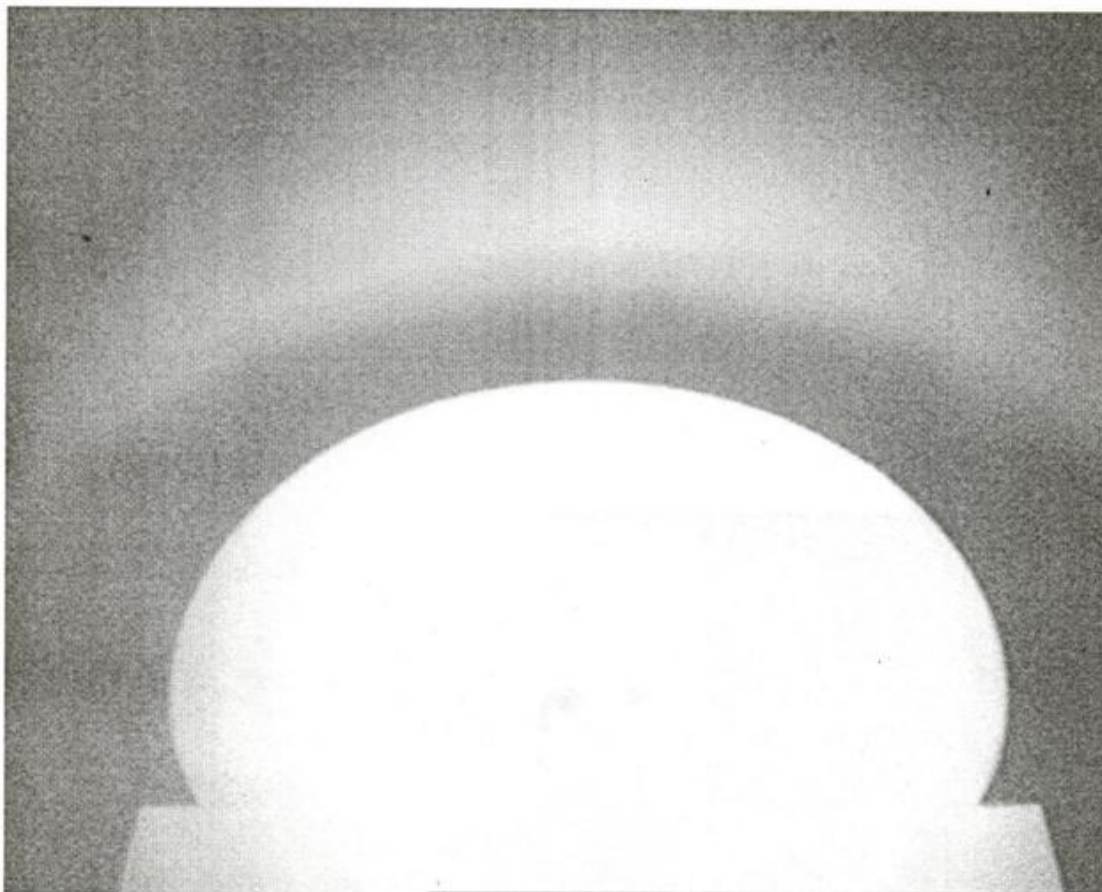


Фиг. 4



Фиг.5





Фиг. 6

## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **18.05.2013**

Дата публикации: [27.03.2014](#)